

**PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE  
CIRC (*Cooperative Integrated Reading and Composition*)  
DISERTAI MEDIA KOMIK BIOLOGI UNTUK  
MENINGKATAN MINAT BELAJAR SISWA DALAM  
PELAJARAN BIOLOGI PADA SISWA KELAS VII-A SMP  
NEGERI 14 SURAKARTA TAHUN PELAJARAN 2011/2012**

**THE IMPLEMENTATION OF COOPERATIVE MODEL CIRC  
(COOPERATIVE INTEGRATED READING AND COMPOSITION)  
WITH BIOLOGICAL COMIC FOR INCREASING STUDENTS  
INTEREST IN BIOLOGY OF CLASS VII-A SMP NEGERI 14  
SURAKARTA CLASS YEAR 2011/2012.**

*Agung Jatmiko<sup>1)</sup>, Maridi<sup>2)</sup>, Joko Ariyanto<sup>3)</sup>*

<sup>1)</sup> Pendidikan Biologi FKIP UNS, Email: [agungjatismiko@yahoo.com](mailto:agungjatismiko@yahoo.com)

<sup>2)</sup> Pendidikan Biologi FKIP UNS, Email: [maridi@yahoo.co.id](mailto:maridi@yahoo.co.id)

<sup>3)</sup> Pendidikan Biologi FKIP UNS, Email: [jokoariyanto@yahoo.co.id](mailto:jokoariyanto@yahoo.co.id)

**ABSTRACT** – The purposes of this research is to increase students interest in Biologu of class VII-A SMP Negeri 14 Surakarta through the implementation of Cooperative Model CIRC (Cooperative Integrated Reading and Composition) with Biological Comic in the subject of Pollution. This research is a Classroom Action Research with 3 cycles of action. Each cycle consisting of 4 phases which is planning, acting, observing, , and reflecting. Observational data obtained from the questionnaire, observation paper, and interview. Data validation is use triangulation method. Technical analysis of data is technical descriptive. Result of this research show that in the first cycle, according to the observation score, the average percentage of students interest in the class is 57,53%, 65,12% in the second cycle (worked up 7,59%), and 83,28% in the third cycle (worked up 18,16%). According to the questionnaire score, the average percentage of students interest in the first cycle is 71,04%, 71,77% in the second cycle (worked up 0,73%), and 73,66% in the third cycle (worked up 1,89%). Result of interview show that students. Hasil wawancara siswa dapat disimpulkan bahwa siswa more pleased and find it easier to learn the lessons of biology. Students are also interested in learning, students also are learning during the action is exciting activities. The conclusion of this research is that the implementation of Cooperative Model CIRC (Cooperative Integrated Reading and Composition) with Biological Comic in the subject of Pollution can increase students interest in Biology of class VII-A SMP Negeri 14 Surakarta class year 2011/2012.

**Keywords:** learning model Cooperative Integrated Reading and Composition, biological comic, students interest

## PENDAHULUAN

Dewasa ini percepatan arus informasi sangat menuntut untuk menyesuaikan visi, misi, tujuan, dan strategi sesuai dengan kebutuhan dimaksudkan agar tidak ketinggalan jaman. Oleh karena itu kualitas pendidikan harus senantiasa dikembangkan baik ditingkat lokal, nasional, maupun global.

KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan) merupakan tindak lanjut kebijaksanaan pendidikan dalam konteks otonomi daerah dan desentralisasi. KTSP merupakan suatu kurikulum operasional yang mana disusun dan dilaksanakan di masing-masing tingkat satuan pendidikan dengan memperhatikan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang sudah ditetapkan oleh BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan).

Faktor yang mempengaruhi belajar antara lain: faktor internal siswa, faktor eksternal siswa, faktor pendekatan belajar. Dimana faktor internal merupakan faktor yang berasal dari diri siswa sendiri terdiri dari aspek fisiologis dan aspek psikologis. Aspek fisiologis meliputi

kondisi jasmani siswa sedangkan aspek psikologis meliputi intelegensi siswa, sikap siswa, bakat siswa, minat siswa dan motivasi siswa. Faktor yang berasal dari luar diri siswa antara lain lingkungan sosial, lingkungan non sosial, metode pembelajaran, dan media pembelajaran. Sedangkan faktor pendekatan belajar merupakan jenis upaya belajar siswa yang meliputi strategi dan metode yang digunakan siswa untuk melakukan kegiatan.

Minat belajar siswa dipengaruhi oleh tiga aspek antara lain: perhatian siswa pada saat proses belajar mengajar berlangsung, rasa senang siswa, ingin tahu siswa, kelas, teman, dan sekolah. Faktor ini merupakan salah satu faktor internal yang termasuk dalam aspek psikologis yang mempengaruhi keberhasilan proses belajar siswa.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di SMP Negeri 14 Surakarta, terdapat banyak permasalahan dalam proses belajar mengajar. Antara lain, pembelajaran masih terpusat pada guru (*teacher center*). Guru menjelaskan materi di depan kelas dengan metode ceramah

dan kurang melibatkan siswa dalam proses belajar mengajar. Siswa terlihat pasif, ada yang berbicara dengan teman sebangku dan ada juga yang membuat kegaduhan di dalam kelas. Selain observasi dilakukan wawancara dengan siswa kelas VII-A SMP Negeri 14 Surakarta menyatakan bahwa siswa kelas VII-A kurang memiliki minat untuk membaca dan belajar. Hal tersebut menunjukkan sikap dan minat siswa dalam pembelajaran biologi masih kurang. Permasalahan minat belajar dan membaca siswa merupakan permasalahan yang sangat mendasar yang harus segera diselesaikan. Penyebab yang paling menonjol, siswa kurang berkonsentrasi dan lebih sering berbicara dengan teman sebangkunya sehingga minat siswa terhadap pelajaran biologi menjadi terganggu.

Keberhasilan suatu pembelajaran tergantung pada proses sebelum dimulainya pelajaran, diantaranya terdapat minat, motivasi, dukungan keluarga. Menurut Slameto (1995: 180) minat adalah suatu rasa lebih suka dan rasa ketertarikan pada suatu hal atau

aktivitas tanpa ada yang menyuruh. Minat dapat mempengaruhi kualitas pencapaian hasil belajar siswa dalam bidang studi tertentu. Misalnya seorang siswa yang menaruh minat besar terhadap biologi akan memusatkan perhatiannya lebih banyak dari pada siswa lainnya. Pemusatan perhatian yang intensif itulah yang memungkinkan siswa tadi untuk belajar lebih giat dan akhirnya mencapai prestasi yang diinginkan. Minat merupakan faktor yang berasal dari dalam diri siswa.

Usaha untuk meningkatkan minat belajar siswa dengan memilih metode pembelajaran yang menarik minat belajar, mampu mengaktifkan siswa serta sesuai dengan materi pelajaran. Yaitu dengan perbaikan sistem pembelajaran biologi kelas VII A SMP Negeri 14 Surakarta menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC) disertai media komik biologi. Menurut Elaine dan Melissa (2004: 73) CIRC adalah salah satu model dari pendekatan *student team learning* yang masih harus dikembangkan dan dievaluasi. Dalam CIRC

menggunakan tim heterogen yang anggotanya bekerja bersama-sama, melakukan tes, dan memperoleh penghargaan atas prestasinya. Elaine dan Melissa menyebutkan juga bahwa CIRC merupakan program pengajaran khusus yang dirancang untuk meningkatkan kinerja siswa dalam membaca dan menulis.

Dalam laporan Margarata et al., (1997: 2) kegiatan yang terdapat dalam model CIRC adalah siswa ditugaskan untuk belajar dalam kelompok yang anggotanya terdiri dari 4 orang siswa dan anggotanya heterogen. Kegiatan yang dilakukan siswa termasuk membaca, mengidentifikasi bacaan/topik utama dalam bacaan, kosa kata, latihan membaca pemahaman, dan menulis dengan menggunakan proses penulisan.

Penggunaan media dapat mempermudah guru dalam penyampaian materi pelajaran. Tetapi guru perlu berhati-hati dalam memilih media dan mengorganisir pembelajaran. Hal ini disebabkan apabila terjadi koordinasi dan komunikasi yang kurang baik antara guru dan siswa dapat mengakibatkan

siswa hanya bermain-main dalam belajar. Selain itu guru juga harus berhati-hati sebab seringkali media yang dibuat bersifat komersil tanpa mempertimbangkan akibat yang ditimbulkannya.

Menurut Fatra (2008) menyatakan bahwa peranan pokok dari komik pembelajaran yaitu kemampuannya yang menciptakan minat para siswa. Penggunaan komik dalam pembelajaran sebaiknya dipandu dengan metode mengajar, sehingga komik akan dapat menjadi media pembelajaran yang efektif.

Proses pelaksanaan model pembelajaran *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC) dilaksanakan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

- 1) Tahap pertama persiapan, yang meliputi: a) dalam segi materi pembelajaran CIRC dirancang sedemikian rupa untuk pembelajaran kelompok, b) menetapkan siswa dalam kelompok dengan cara kelompok-kelompok dalam pembelajaran ini beranggotakan 4-5 orang siswa yang terdiri dari siswa pandai, sedang, dan rendah. Disamping

itu guru mempertimbangkan kriteria heterogenitas yang lain seperti jenis kelamin, latar belakang sosial, dan sebagainya. c) Menentukan skor awal dimana skor awal merupakan skor rata-rata secara individu pada test sebelumnya, dan d) pembagian lembar hasil (*book report*) yaitu guru memberikan lembar hasil yang mana lembar hasil ini digunakan oleh siswa pada saat mengerjakan tugas yang berupa wacana.

- 2) Tahap kedua adalah tahap penyajian materi, yang meliputi: a) pendahuluan, b) pengembangan, guru melakukan pengembangan yang berupa pengembangan materi pembelajaran sesuai dengan apa yang akan dipelajari siswa dalam kelompok, pembelajaran kooperatif menekankan bahwa belajar adalah memahami makna dan bukan menghafal, saling mengontrol pemahaman siswa dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan, memberikan penjelasan mengapa jawaban pertanyaan tersebut benar atau

salah, c) latihan terbimbing, siswa disuruh untuk mengerjakan soal-soal atas pertanyaan yang diberikan dan guru memberikan tugas kepada siswa, tugas yang diberikan tidak boleh menyita waktu yang terlalu lama. Guru memberikan waktu  $\pm 10$  menit untuk memberikan tugas kepada siswa. Kegiatan selanjutnya adalah d) kegiatan kelompok, pada kegiatan ini guru membagikan bahan diskusi yang berupa wacana untuk siswa kepada setiap anggota kelompok diharuskan untuk berdiskusi mencari ide pokok yang terdapat dalam wacana yang telah diberikan oleh guru sebelumnya, kelompok menuliskan hasil pembahasan pada *book report* dan kemudian membacakan hasil tersebut di depan kelas, kelompok yang lain diharuskan untuk memberi umpan balik atas hasil pembahasan diskusi kelompok lain.

- 3) Tahap ketiga adalah tahap evaluasi, pada saat ini guru memberikan evaluasi kepada siswa yang harus dikerjakan

secara individu dalam waktu yang telah ditentukan  $\pm$  15 menit. Dalam memberikan evaluasi perlu menggunakan pedoman seperti tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator penilaian Wacana

Indikator	Skor
Ide pokok	>80 (sangat baik) 71 – 80 (baik) 60 – 70 (cukup)
Pesan tersirat	>80 (sangat baik) 71 – 80 (baik) 60 – 70 (cukup)
Ikhtisar rangkuman	>80 (sangat baik) 71 – 80 (baik) 60 – 70 (cukup)

4) Tahap keempat adalah tahap pemberian penghargaan terhadap prestasi kelompok, terdapat tiga tingkat penghargaan sebagai berikut:

- Kelompok dengan rata-rata skor 15 disebut sebagai kelompok baik (*good team*).
- Kelompok dengan rata-rata 20 disebut sebagai kelompok hebat (*great team*).
- Kelompok dengan rata-rata skor 25 disebut kelompok super (*super team*).

Untuk pemberian penghargaan dipergunakan perhitungan skor seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Skor Perkembangan

Skor Tes	Nilai perkembangan
Lebih dari 10 poin di	0

bawah skor awal	
1 sampai 10 poin di bawah skor awal	10
Skor awal sampai dengan 10 poin di atasnya	20
Lebih dari 10 poin di atas skor awal	30
Nilai sempurna (tidak berdasarkan skor awal)	30

Ibrahim Muslimin dkk (2001: 39)

Fokus utama dari kegiatan CIRC adalah membuat penggunaan waktu kegiatan inti menjadi lebih efektif. Siswa yang bekerja dalam tim kooperatif dari kegiatan ini yang dikoordinasikan dengan pengajaran kelompok supaya dapat memenuhi tujuan-tujuan yang akan dicapai (Slavin, 2008: 201).

Menurut Elaine dan Melissa (2004: 74) CIRC akan menimbulkan efek yang positif pada prestasi siswa dalam membaca, terutama dalam membaca pemahaman.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah meningkatkan minat belajar dalam pelajaran biologi siswa kelas VII A SMP Negeri 14 Surakarta tahun pelajaran 2011/2012 melalui model pembelajaran kooperatif tipe *Cooperative Integrated Reading Composition* (CIRC) disertai media komik biologi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) atau *Classroom Action Research* (CAR) yang dilakukan secara berkolaborasi dengan guru. Penelitian tindakan kelas terdiri dari 4 tahapan dasar yang saling terkait dan berkesinambungan yaitu perencanaan (*planning*), pelaksanaan (*acting*), pengamatan (*observing*) dan refleksi (*reflecting*) dengan diawali tahapan pra PTK untuk mengetahui keadaan awal proses pembelajaran. Teknik analisis yang dilakukan dalam penelitian adalah deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di kelas VII A SMP Negeri 14 Surakarta pada tahun pelajaran 2011/2012. Berdasarkan hasil penelitian ini pembelajaran menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC) mampu meningkatkan minat belajar siswa terhadap pelajaran biologi yang meliputi perhatian siswa dalam kelas, rasa senang siswa, ingin tahu siswa,

minat siswa terhadap teman, kelas, dan sekolah. Peningkatan ini diukur melalui angket, lembar observasi serta wawancara peneliti dengan siswa dan guru.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tindakan dengan menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe CIRC disertai media komik biologi dapat meningkatkan minat belajar siswa dalam proses pembelajaran. Hasil observasi minat belajar siswa sebelum adanya tindakan tergolong rendah. Persentase hasil observasi minat belajar siswa pada prasiklus, siklus I, siklus II, dan siklus III disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Capaian Minat Belajar Siswa Berdasarkan Lembar Observasi Tiap Siklus

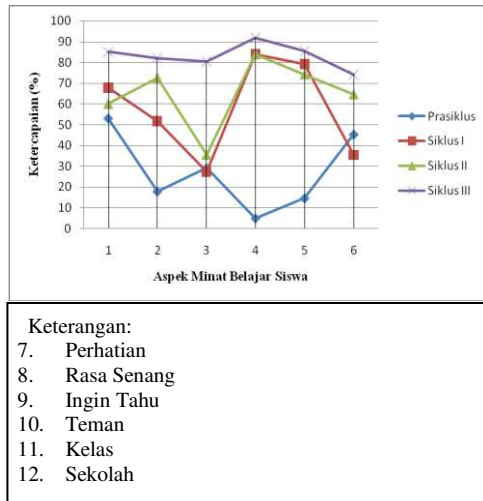
Indikator	Capaian (%)			
	Pra siklus	Siklus I	Siklus II	Siklus III
1	52,90	67,74	60,00	85,16
2	17,74	51,61	72,58	82,26
3	29,03	27,42	35,48	80,65
4	4,84	83,87	83,87	91,94
5	14,52	79,03	74,19	85,48
6	45,16	35,48	64,52	74,19
<b>Jumlah</b>	<b>164,19</b>	<b>345,16</b>	<b>390,65</b>	<b>499,68</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>27,37</b>	<b>57,53</b>	<b>65,11</b>	<b>83,28</b>

Keterangan Aspek :

1. Perhatian
2. Rasa senang
3. Ingin tahu
4. Teman
5. Kelas
6. Sekolah

Grafik persentase capaian aspek minat belajar siswa pada

prasiklus, siklus I, siklus II, dan siklus III dapat dilihat pada Gambar 1.



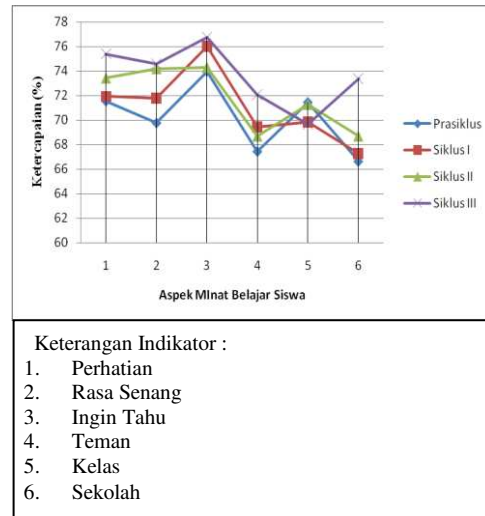
Gambar 1. Perbandingan Aspek Minat Belajar Siswa  
Tiap Siklus

Berdasarkan hasil minat belajar siswa dengan angket minat belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Capaian Minat Belajar Siswa Berdasarkan Angket Minat Belajar Siswa Tiap Siklus

Indikator	Capaian (%)			
	Pra siklus	Siklus I	Siklus II	Siklus III
1	71,55	71,94	73,42	75,42
2	69,76	71,77	74,19	74,59
3	73,98	76,02	74,30	76,77
4	67,42	69,44	68,71	72,09
5	71,45	69,84	71,29	69,68
6	66,61	67,26	68,71	73,39
Jumlah	420,77	426,26	430,62	441,95
Rata-rata	70,13	71,04	71,77	73,66

Grafik persentase capaian minat belajar siswa pada prasiklus, siklus I, siklus II, dan siklus III berdasarkan angket minat belajar siswa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan prasiklus, siklus I, siklus II, dan siklus III berdasarkan angket minat belajar siswa

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 capaian aspek minat belajar siswa menunjukkan peningkatan setiap siklusnya. Meskipun pada siklus I dan siklus II masih belum mencapai target yang diinginkan, tapi target penelitian tercapai pada siklus III. melalui penerapan model pembelajaran kooperatif tipe CIRC disertai media komik Biologi yang diterapkan dalam pembelajaran mampu meningkatkan pengalaman belajar siswa sehingga nantinya siswa mampu mengingat informasi yang telah dikerjakan. Pada proses pembelajaran ini siswa tidak hanya mendengar dan melihat saja tetapi juga melakukan suatu informasi yang



didapatkan melalui sebuah diskusi kelompok yang telah dirancang.

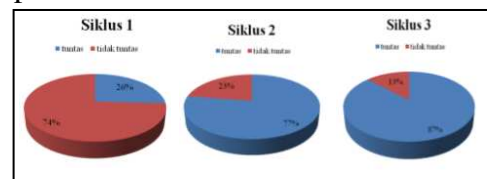
Model pembelajaran kooperatif tipe CIRC merupakan suatu model pembelajaran kooperatif yang mampu membuat siswa aktif untuk bertukar pikiran atau bertukar informasi dengan siswa yang lain. Dengan bertukar informasi maka keterlibatan siswa akan semakin besar dalam proses pembelajaran dan menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna.

Selain itu, rasa ingin tahu siswa dapat terlihat pada proses pembelajaran berlangsung. Banyak siswa yang bertanya dan berpendapat mengenai materi Pencemaran Lingkungan. Siswa yang memiliki minat belajar tinggi akan lebih bersemangat dalam belajar dibandingkan dengan siswa yang kurang memiliki minat belajar. Hasil wawancara siswa menunjukkan bahwa siswa merasa senang dengan pembelajaran dengan bantuan modul. Siswa menyatakan bahwa pembelajaran biologi lebih mudah dipahami dan tidak untuk dihafalkan.

Pernyataan di atas di dukung oleh hasil penelitian yang dilakukan

Calderon, *et al.* (1997: 2) mengemukakan masalah model CIRC yaitu dengan menggunakan model CIRC telah menemukan efek positif yang konsisten yaitu meningkatkan prestasi siswa, terutama dalam pengukuran pemahaman membaca. Prestasi siswa dapat dilihat pada nilai evaluasi siswa yang telah dilakukan.

Perbandingan hasil evaluasi belajar siswa tiap siklus dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Nilai Evaluasi Siswa Siklus I, Siklus II, dan Siklus III

nilai siswa mengalami peningkatan paling tinggi pada siklus III dibandingkan dengan nilai evaluasi pada siklus I dan siklus II. Hal ini disebabkan siswa yang selalu aktif dalam proses pembelajaran, sehingga siswa memahami apa yang telah diajarkan oleh guru.

Pendapat siswa, dengan kegiatan diskusi pada model pembelajaran kooperatif tipe CIRC disertai media komik Biologi siswa menjadi lebih termotivasi untuk belajar secara berkelompok untuk

mendapatkan *reward*, di samping itu siswa menjadi lebih mudah dalam memahami materi dan bisa belajar dengan cara yang berbeda. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa belajar secara bermakna dengan siswa yang terlibat secara penuh dalam kegiatan belajar mengajar membuat penguasaan konsep siswa pada materi semakin mendalam, pemahaman siswa menjadi lebih dalam jika dibandingkan dengan belajar dengan menghafal.

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe CIRC disertai media komik Biologi dapat meningkatkan minat belajar siswa dalam pembelajaran Biologi siswa kelas VIIA SMP Negeri 14 Surakarta tahun pelajaran 2011/2012.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC) disertai media komik biologi dapat meningkatkan minat belajar siswa terhadap pelajaran biologi siswa kelas VII A

SMP Negeri 14 Surakarta tahun pelajaran 2011/2012.

### DAFTAR PUSTAKA

- Calderon, M., Lazarowitz, R. H., Ivory, G., Slavin, R. E. (1997). Effects of Bilingual Cooperative Integrated Reading and Composition on Students Transitioning from Spanish to English Reading. *Report No.10. Supported as a national research and development center*
- Chapman, E. S. & Cope, M.T. (2004). Group Reward Contingencies and Cooperative Learning: Immediate and Delayed Effects on Academic Performance, Self-esteem, and Sociometric Ratings. *International Journal Social Psychology of Education* 7: 73-87
- Durukan, E. (2011). Effects of Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) technique on reading-writing skills. *Academic Journals*. 6 (1): 102-109. ISSN 1990-3839
- Jayanti, R. D. (2008). Ketuntasan Belajar Melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Cooperative Integrated Reading and Comprehension. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*. 1 (2): 103-115
- Miles & Huberman. (1992). *Data Kualitatif*. Jakarta: UI Press

- Moleong, L. (2005). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Mulyasa, E. (2006). *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Nurkancana, W & Sunartana. (1983). *Evaluasi pendidikan*. Surabaya: Usaha Nasional
- Purwanti, Y. T. (2010). Meningkatkan Kemampuan Siswa Menemukan Gagasan Utama melalui Metode Cooperative Integrated Reading and Composition. *Jurnal Pendidikan Penabur No. 15/ Tahun ke-9*: 22-36
- Sardiman. (1996). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada
- Singer, K. (1987). *Membina Hasrat Belajar di Sekolah*. Bandung: Remaja Karya
- Slameto. (1995). *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta
- Slavin, R. E. (2008). *Cooperative Learning*. Bandung: Nusa Media
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito
- Sujanto, A. (2004). *Psikologi Umum*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Sumiyati. (2010). Minat Siswa dalam Kurikulum Muatan Lokal. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 16 (2): 172-185
- Suryabrata, S. (1993). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada
- Sutopo, H. B. (2002). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Surakarta: UNS Press
- Syah, M. (1995). *Psikologi Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Winkel, W.S. (2007). *Psikologi Pengajaran*. Yogyakarta: Media Abadi
- Witherington. (1982). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Aksara Baru
- Woods, D. M. & Chen, Kuan-Chou. (2010). Evaluation Techniques For Cooperative Learning. *International Journal of Management & Information Systems*. 14 (1)